

Fideos libres de gluten elaborados con harinas no tradicionales: características nutricionales y sensoriales

Gluten-free noodles made with non- traditional flours: nutritional and sensory characteristics

GIMÉNEZ MARÍA ALEJANDRA¹, BASSETT NATALIA², LOBO MANUEL¹, SAMMÁN NORMA¹⁻²

¹Doctor en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad Nacional de Jujuy. Facultad de Ingeniería. ²Doctor en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSIBIO) - CONICET.

Correspondencia: nsamman@fi.unju.edu.ar - **Recibido:** 27/06/2013 . **Aceptado en su versión corregida:** 07/08/2013.

Resumen

Los productos farináceos sin gluten son formulados con harinas y/o almidones refinados y generalmente aportan bajas cantidades de proteínas, minerales y fibra. La complementación de esos productos podría incrementar la calidad nutricional de las dietas libres de gluten. Los cultivos andinos son adecuados para realizar la complementación. El haba (vicia faba) y la quínoa (*Chenopodium quinoa*) presentan proteínas que se complementan adecuadamente con las de cereales, alto contenido de algunas vitaminas, hierro, fibra dietaria y componentes funcionales. El objetivo del trabajo fue caracterizar nutricionalmente fideos de harinas mezclas maíz/haba y maíz/quínoa.

Las mezclas utilizadas fueron harina maíz/quínoa (M/Q) 80:20 y maíz/haba (M/H) 70:30, para elaborar fideos tipo espagueti por extrusión-cocción. Se determinó composición proximal, contenidos de minerales, fibra dietaria, ácidos grasos, Utilización Proteica Neta (UPN), Digestibilidad (D) y Valor Biológico (VB). Los fideos mejorados nutricionalmente mostraron un incremento significativo de macro y micronutrientes, como así también de UPN y VB y una ligera disminución en la D respecto a la harina de maíz pura utilizada como control. Una porción de estos fideos aporta 10-20% del valor diario recomendado de fibra dietaria. El agregado de harinas de habas y quínoa a sistemas farináceos sin gluten permite obtener fideos con características tecnológicas adecuadas y calidad nutricional mejorada.

Palabras clave: Celíacos, Espagueti sin gluten, Valor nutricional, Cultivos andinos.

Abstract

Gluten-free flour products are formulated with flour and/ or refined starches and generally provide low amounts of proteins, minerals and fiber. Complementing these products could increase the nutritional quality of gluten-free diets. Andean crops are suitable for complementation. The broad bean (*vicia faba*) and quinoa (*Chenopodium quinoa*) have proteins that adequately complement those of cereals, as well as high content of some vitamins, iron, dietary fiber and functional components. The objective was to characterize, nutritionally speaking, noodles made with flours mix: corn/broad bean and corn/quinoa.

The mixes used were corn/quinoa (M/Q) 80:20 and corn/broad bean (M/H) 70:30, to elaborate spaghetti type pasta through an extrusion-cooking process. The following was determined: proximate composition, mineral content, dietary fiber, fatty acids, Net Protein Utilization (UPN), Digestibility (D) and Biological Value (BV). The noodles nutritionally improved showed a significant increase of macro and micronutrients, as well as UPN and BV, and a slight decrease in D compared to the pure corn flour used as control. A portion of these noodles contributes 10-20% of the recommended daily value of dietary fiber. Adding broad beans and quinoa flours to gluten-free farinaceous systems allows for noodles with appropriate technological features and improved nutritional quality.

Keywords: Celiac, Gluten-free spaghetti, Nutritional value, Andean crops.

Introducción

Para las personas que padecen celiaquía, omitir de su dieta todos aquellos productos derivados del trigo, avena, cebada y centeno es el único tratamiento efectivo para sobrellevar este trastorno (1). En los últimos años los casos de intolerancia al gluten se han incrementado a nivel mundial (2). En Argentina, según la Asociación Celiaca, se estima que uno de cada 100 habitantes puede ser celiaco. Por lo que es necesario contar con una amplia gama de productos sin gluten que además de presentar características de calidad similares a las de sus análogos con gluten, aporten a las dietas de estas personas nutrientes esenciales como proteínas, minerales y fibra dietaria en cantidad y calidad adecuadas para mantener o mejorar su calidad de vida.

Los fideos integran una categoría de alimentos cuyo consumo está ampliamente difundido y son uno de los productos que mayor demandan las personas intolerantes al gluten (3).

El maíz es uno de los cereales considerados inocuos para las personas intolerantes al gluten. Actualmente en la Quebrada y Puna de Jujuy existe un fuerte compromiso de revalorización de cultivos típicos de esta región; por lo tanto la diversificación de su aprovechamiento en la elaboración de productos representa una estrategia para incentivar su producción y agregar valor. Las harinas de los cultivos andinos como quínoa (*Chenopodium quínoa*) y kiwicha (*Amaranthus Caudatus*) y algunas leguminosas adaptadas a esta región como las habas (*Vicia faba*), contienen proteínas que se complementan adecuadamente con las del maíz, mejorando el aporte de hierro, vitaminas, fibra dietaria, componentes funcionales como polifenoles, flavonoides, licopenos, isoflavonas (4) y no contienen gluten (5). El objetivo del trabajo fue caracterizar nutricionalmente fideos obtenidos por extrusión cocción de harinas mezclas maíz/haba y maíz/quínoa.

Material y Métodos

Materias primas

Se utilizó harina de maíz comercial (Molinos Puerto Reconquista, Santa Fe), harinas de quínoa (*Chenopodium quínoa*) y de habas (*Vicia faba*) pro-

vistas por la Cooperativa de productores CAUQUEVA-Tilcara, Jujuy. El tamaño de partícula de todas las harinas se encontró en el rango entre 191 y 492 μm .

Se trabajó con mezclas M/H (maíz/haba) y M/Q (maíz/quínoa); su calidad proteica se determinó por puntaje químico empleando datos bibliográficos de composición en aminoácidos en relación al patrón FAO/OMS/ONU (6-9).

Elaboración de fideos tipo espaguetis

Se prepararon harinas mezclas sustituyendo harina de maíz con 30% de harina de haba (M/H) y 20% de harina de quina (M/Q). Las mezclas homogenizadas fueron hidratadas hasta una humedad final de 28% y premezcladas en un mezclador planetario Brabender P-600. El proceso de extrusión-cocción se realizó a 100°C en un extrusor monotornillo Brabender 10 DN (Alemania) equipado con tornillo de geometría simple y relación de compresión 3:1. Su velocidad se fijó en 60 rpm y en el extremo de salida se colocó una boquilla de bronce con tres orificios de 1,5 mm de diámetro.

Evaluación de Calidad de los fideos cocidos

- Pérdidas de sólidos solubles en el agua de cocción (PC)

Se colocaron 10g de espagueti de aproximadamente 10 cm de largo en 200 mL de agua en ebullición, 10 min. Luego la muestra fue escurrida. En alícuota del agua de cocción recolectada se determinó PC, por evaporación en estufa a 105°C y expresado como porcentaje del peso inicial.

- Puntaje sensorial global (PSG)

La textura de los fideos cocidos se evaluó mediante un panel entrenado de 5 personas, se midió firmeza y pegajosidad. Se estableció una escala de 0 a 5 no estructurada para ambas propiedades, correspondiendo 0 la más firme - 5 la más blanda, 0 no pegajosa - 5 muy pegajosa (10). El puntaje sensorial global (firmeza + pegajosidad) fue obtenido por consenso. Se realizaron varios ensayos de evaluación hasta que las apreciaciones de cada evaluador sobre cada muestra fueron coincidentes. Un PSG menor o igual a 5 fue considerado aceptable desde el punto de vista de las características texturales de los fideos cocidos.

Análisis químicos

Se utilizaron los métodos analíticos AOAC (11). Humedad en estufa de vacío (SHE- LAB 1410), Método 925.09. Lípidos, por hidrólisis ácida. Método 922.06. Nitrógeno total y Proteínas (BUCHI DIGESTIÓN UNIT K-435), Método 984.13. Cenizas, mineralización a 550 °C (MUFLA, INDEF), Método 923.03. Fibra Dietaria Método 985.29 (Enzimático-Gravimétrico).

El perfil de ácidos grasos se determinó por cromatografía gaseosa, siguiendo el proceso de metilación ácida descrito por UNE 55-037-73 (12).

Determinación de Utilización Proteica Neta y Digestibilidad de los fideos

Se utilizaron ratas Wistar de ambos sexos, con un peso inicial promedio de 60 ± 1 g. Los animales se alojaron en jaulas individuales, en ambiente con temperatura controlada a 21 ± 1 °C, ciclo luz-oscuridad de 12h. Las dietas fueron isoenergéticas, completas y la única variable fue el tipo de proteína. El alimento se entregó ad libitum. La dieta consumida se estableció por diferencia de pesada en días consecutivos. Se emplearon tres grupos de cuatro ratas por dieta. El Valor Biológico fue calculado: $BV = UPN / Digestibilidad$ (13).

Composición de la dieta: 4 g de mezcla de sales (Phillips y Hart, ICN Nutritional Biochem. Cleveland Ohio), 2,2 g de mezcla de vitaminas (Vitamin Diet Fortification Mixture, ICN Nutr. Biochem. Cleveland, Ohio), y 5 g de aceite de maíz. Los fideos fueron incorporados de manera de aportar 10 g de proteína/100 g dieta. Se utilizó caseína como proteína de referencia

Análisis Estadístico

Los datos fueron evaluados usando el análisis de la variancia de una sola vía (ANOVA) para un nivel de significancia $p < 0,05\%$. Se empleó el test de comparación múltiple de Tukey.

Resultados

Harinas Compuestas-Score químico de las mezclas

Como se puede en la Figura 1 la adición de harina de haba o quínoa a la de maíz mejora favorablemente la calidad proteica en las mezclas, esto es

debido a la complementación que existe entre sus aminoácidos esenciales, principalmente en lisina. Sin embargo no hay ningún porcentaje de sustitución proteica que proporcione un máximo en las curvas debido a que en las mezclas M/H el aminoácido limitante pasa a ser el triptófano y en las M/Q el aminoácido limitante continúa siendo la lisina.

Los porcentajes de sustitución a los cuales se logra mayor beneficio dificultan el funcionamiento correcto del equipo de extrusión y afecta negativamente las características sensoriales de los productos desarrollados. Por lo que se resolvió trabajar en las proporciones 70:30 para las mezclas M/H y 80:20 para la M/Q. De esta manera el agregado del 30 % de harina de haba incrementa el contenido de lisina en la mezcla hasta 51,51 mg/g proteína y el puntaje químico aumenta 50% respecto a la harina de maíz pura.

Contenido y evaluación de macronutrientes

En la Tabla1 se muestra que la adición de 30 % de harina de haba a la de maíz incrementa significativamente el contenido proteico de los fideos. Este incremento es inferior cuando se utiliza harina de quínoa debido al menor tenor proteico de esta materia prima y al menor porcentaje de sustitución utilizado.

El contenido de Fe, Zn y de lípidos totales en los fideos se ve incrementado en más del 100% respecto a la muestra control. El contenido de ácidos grasos poliinsaturados aumenta entre 5-10%. El valor energético de los fideos M/Q y M son similares a los que presentan otras pastas (14). Sin embargo el agregado de haba disminuye el valor energético 14%. Los fideos presentan un incremento de fibra dietaria respecto al control en más del 100% en M/H y más del 50% en M/Q.

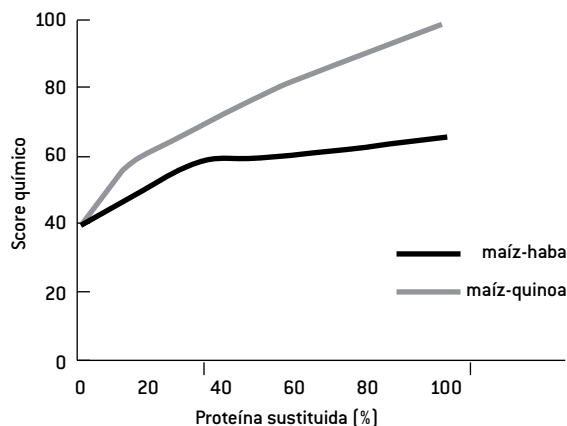


Figura1: Puntaje Químico de proteínas de harinas compuestas.

Tabla 1. Composición química de fideos sin gluten mejorados nutricionalmente.

	Maíz	M/H (70:30)	M/Q (80:20)
Energía (Kcal/100g)	348	299	347
Energía (Joule/100g)	1455	1250	1450
Humedad (g/100g)	1,10±0,04 ^a	11,18±0,06 ^a	11,21±0,07 ^a
Proteínas(g/100g)	6,07±0,13 ^a	14,51±0,20 ^b	7,90±0,18 ^c
Lípidos(g/100g)	0,58±0,09 ^a	1,27±0,04 ^b	2,0±0,06 ^c
Cenizas(g/100g)	0,32±0,04 ^a	1,48±0,06 ^b	0,78±0,08 ^c
Fibra dietaria(g/100g)	2,07±0,17 ^a	7,35±0,62 ^b	3,57±0,36 ^c
*HC(g/100g)	79,86	64,21	74,54
Zn (mg/100g)	0,54±0,03 ^a	1,73±0,11 ^b	1,54±0,06 ^b
Fe (mg/100g)	3,90±0,24 ^a	8,48±0,94 ^b	5,80±0,26 ^c
Acidos grasos (g/100 de ag)			
C16:0 Palmítico	8,84±0,51 ^a	14,78±0,05 ^b	10,82±0,24 ^c
C18:0 Esteárico	4,59±0,08 ^a	2,4±0,01 ^b	1,42±0,00 ^c
C20:0. Araquidico	Nd	1,07±0,01 ^a	0,43±0,06 ^b
C 18: 1 Oleico	7,74±0,06 ^a	20,71±0,02 ^b	28,69±0,27 ^c
C20: 1 cis-11-eicosenoico	nd	0,49±0,01 ^a	1,22±0,08 ^b
C 18:2 Linoleico w6	6,04±0,54 ^a	55,77±0,00 ^b	51,92±0,19 ^c
C 18:3. Linolénico w3	2,77±0,07 ^a	3,74±0,03 ^b	5,49±0,08 ^c

Distintas letras en cada fila indican diferencias estadísticamente significativas (p<0.05).

M/H: Maíz/Haba; M/Q: Maíz/Quinoa; *HC: carbohidratos digeribles por diferencia; nd: no detectado

Cada punto corresponde a valores medios de cuatro determinaciones independientes;

UPN y Digestibilidad de los fideos

Como muestra la Tabla 2 los fideos M/H y M/Q tienen un incremento en los valores de UPN y VB superior a 50% respecto a los de maíz puro; la mezcla con harina de quinoa es más eficiente lo que demuestra la complementación adecuada de las proteínas estudiadas. Por otro lado la digestibilidad de los fideos disminuye entre 11 y 14%.

Calidad de los fideos

Las figuras 2 y 3 presentan las pérdidas de sólidos solubles durante la cocción y el puntaje sensorial global de los fideos cocidos.

Se puede observar que todas las muestras tuvieron pérdidas de cocción < 12,5 %, nivel establecido como aceptable (15). También se observa un aumento en la pegajosidad y disminución en la firmeza (Fig.3) cuando se los compara con los fideos de maíz puro. Esto se explicaría porque el incremento en el contenido de fibra tiende a desestabilizar o debilitar la red de almidón formada en el proceso de extrusión-cocción produciendo las mayores pérdidas, incremento en la pegajosidad y disminución de la firmeza (16-17).

Tabla 2. Evaluación nutricional de fideos elaborados con harinas compuestas.

Muestras	UPN	D	VB
M	34,81	90,93	38,28
M/H 70:30	51,17	76,23	67,13
M/Q 80:20	58,65	75,06	78,14

UPN: Utilización Proteica Neta; D: Digestibilidad

VB: Valor Biológico

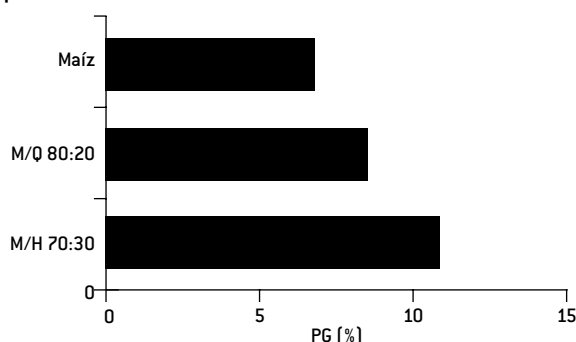
M: maíz; M/H: Maíz/Haba y M/Q: Maíz/Quinoa

Discusión

Si bien el porcentaje de sustitución adecuado para obtener una mezcla nutricionalmente mejorada está determinado por la complementación aminoacídica, en este caso los porcentajes de sustitución seleccionados para la elaboración de fideos sin gluten estuvieron limitados por las características fisicoquímicas y sensoriales de los mismos. Aún así mejoran notablemente el aporte de proteína, fibra dietaria, ácidos grasos insaturados, hierro y zinc.

Si bien las pastas no son una fuente relevante de lípidos, la complementación mejoraría el aporte de ácidos grasos esenciales. Se determinó que la dieta estricta que llevan los celíacos disminuiría los riesgos cardiovasculares (18). Sin embargo se encontró un alto contenido de lípidos (7-26%) en panificados comerciales libres de gluten en cuyas formulaciones

Figura 2: Pérdidas por cocción de los fideos elaborados con harinas compuestas

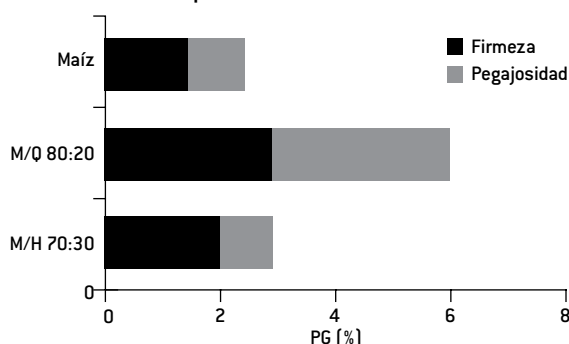


M/H: maíz/habas ; M/Q: maíz/quinoa

predominan las grasas saturadas (19) por lo que lo expuesto anteriormente podría revertirse.

Existe un considerable interés en incrementar la ingesta de fibra dietaria en pacientes celíacos (1-19). El consumo de una porción de fideos secos (50-70 g) M/Q o M/H aportarían aproximadamente 10 y 20% del valor diario de ingesta recomendado. La eficiencia de la complementación aminoacídica incrementa el valor biológico de las proteínas en estos fideos en más del 50%. La disminución en la digestibilidad podría deberse a diferentes factores como mayor compactación en la estructura

Figura 3: Puntaje Sensorial Global (firmeza+pegajosidad) de fideos elaborados con harinas compuestas



M/H: maíz/habas ; M/Q: maíz/quinoa

de las proteínas de haba y quinoa, contenido de fibra, formación de complejos proteína-almidón, enlaces entrecruzados entre proteínas (20) por los esfuerzos mecánicos y térmicos impartidos por el proceso de extrusión-cocción, aun así son valores elevados de digestibilidad.

Por todo lo anterior se puede concluir que la utilización de las harinas de quinoa y haba es adecuada para el mejoramiento nutricional de fideos libres de gluten formulados en base a harina de maíz, ampliando la cantidad y calidad de productos que integran la dieta para celíacos.

Referencias bibliográficas

- Stojceska V, Ainsworth P, Plunkett A, Ibanoglu S. The advantage of using extrusion processing for increasing dietary fibre level in gluten-free products. *Food Chem* 2010; 121:156-164.
- Korus J, Witczak M, Ziobro R, Juszczak L. The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread. *Food Hydrocolloids* 2009; 23: 988-995.
- Zandonadi R, Botelho R, Gandolfi L, Ginani J, Montenegro F, Pratesi R. Green. Banana Pasta: An Alternative for Gluten-Free Diets. *J Academy of Nutrition and Dietetics* 2012; 112 (7): 1068-1073.
- Añon MC, Puppo MC, Pedroza-Islas R, Oliete B, Villagómez-Zavala D. Valor nutricional y saludable de materias primas para la elaboración de productos de panificación. En: Aspectos nutricionales y saludables de los productos de panificación (2009). Editorial Universidad de Valparaíso. Cap. V
- Hager A, Wolter A, Fritz J, Zanini E, Arendt E. Nutritional properties and ultra-structure of commercial gluten free flours from different botanical sources compared to wheat flours. *J Cereal Science* 2012; 56:239-247
- Souci S, Fachman W, Kraut H. Food Composition and nutrition table (5th revised and completed ed.). London. Tokyo: Medpharm. Scientific Publisher. (1994).
- Lattanzio V, Bianco V, Crivell G, Miccolis V. Variability of Amino Acids, Protein, Vicine and Convicine in Vicia faba L. Cultivars. *J Food Sci* 1983; 48: 992-993.
- Repo-Carrasco R. Contenido de aminoácidos en algunos granos andinos. En: Avances en Alimentos y Nutrición Humana. Programa de Alimentos Enriquecidos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú. (1992).
- FAO/OMS/ONU. Necesidades de Energía y de Proteína. Informe de una Reunión Consultiva Conjunta de Expertos. Serie de Informes Técnicos N° 724. Ginebra (1985).
- Amerine A, Pangborn RM, Roessler EB. (1965) Principles of sensory evaluation of food. Academic Press. New York. (Chapter 8).
- AOAC. Official Methods of Analysis. 16 th Edition, Assoc. Offic. Anal. Chem. Arlington, USA (1995).
- AENOR. Asociación Española de Normalización. Norma UNE 55037-73. Catálogo de Normas UNE, Madrid (1991).
- Miller DS, Bender AE. The determination of the net utilization of proteins by a shortened method. *Brit J Nut* 1955; 2:332
- Torres A, Frias J, Granito M, Vidal Valverde C. Germinated Cajanus cajan seeds as ingredients in pasta products: Chemical, biological and sensory evaluation. *Food Chem* 2007; 101:202-211.
- Sirirat S, Charutigon Ch, Rungsardthong V. Preparation of Vermicelli by direct extrusion. *The Journal of KMITNB* 2005; 15: 39-45.
- Gimenez MA, Gonzalez R, Wagner J, Torres R, Lobo MO, Samman NC. Effect of extrusion conditions on physicochemical and sensorial properties of corn-broad beans (Vicia faba) spaghetti type pasta. *Food Chem* 2013; 136: 538-545.
- Marti A, Seetharaman K, Pagani M. Rice-based pasta: A comparison between Conventional pasta-making and extrusion-cooking. *J Cereal Science* 2010; 52: 404-409.
- Brar P, Kwon GY, Holleran S, Bai D, Tall AR, Ramakrishnan R, Green PHR Change in Lipid Profile in Celiac Disease: Beneficial Effect of Gluten-Free Diet. *The American J Medicine* 2006; 119:786-790
- Matos Segura ME, Rosell CM Chemical composition and starch digestibility of different gluten-free breads. *Plant Foods for Human Nutrition* 2011; 66:224-230.
- Nielsen S. Digestibility of Legume Proteins. *Food Tech* 1991; 112-119.